

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-296326

(43)Date of publication of application : 26.10.2001

---

(51)Int.Cl. G01R 31/02  
H01L 21/66

---

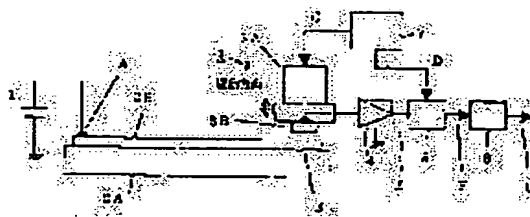
(21)Application number : 2000-116180 (71)Applicant : ODP:KK  
(22)Date of filing : 18.04.2000 (72)Inventor : YAMAMOTO SHIGERU

---

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR INSPECTION OF DEFECT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and an apparatus, for the inspection of a defect, in which a quality can be decided with reference to a precision pattern which is hardly detected optically such as a pattern which is created by a transparent metal film conductor, the inner-layer pattern of a multilayer printed-wiring board or the like.



**SOLUTION:** A DC potential is applied to one end of a conductive pattern. A detecting electrode is made to face the other end of the conductive pattern. A change in a capacitance which is formed across the detecting electrode and the conductive pattern is detected

electrically. Thereby, the conductive pattern is inspected.

---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-296326  
(P2001-296326A)

(43) 公開日 平成13年10月26日 (2001. 10. 26)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル (参考)
G 0 1 R 31/02		G 0 1 R 31/02	2 G 0 1 4
H 0 1 L 21/66		H 0 1 L 21/66	J 4 M 1 0 6

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-116180(P2000-116180)

(22) 出願日 平成12年4月18日 (2000. 4. 18)

(71) 出願人 597065271

株式会社オーディービー

東京都練馬区氷川台3丁目20番16号 TK  
ビル

(72) 発明者 山本 茂

東京都練馬区氷川台3-20-16 株式会社  
オーディービー内

(74) 代理人 100078776

弁理士 安形 雄三 (外2名)

Fターム(参考) 2G014 AA02 AA03 AB21 AB59 AC09

4M106 AA01 BA14 CA10 CA12 CA16

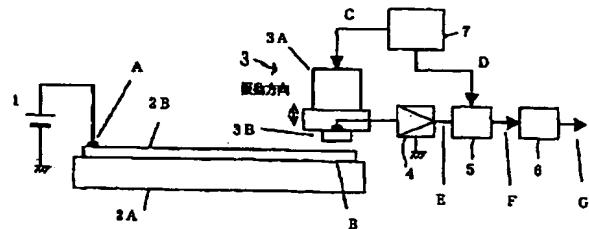
DH07 DH16

(54) 【発明の名称】 欠陥検査方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 透明な金属膜導体で作成されたパターンや多層プリント配線板の内層パターンなど、光学的に検出することが困難である精密なパターンに対して良否を判定する欠陥検査方法及び装置を提供する。

【解決手段】 導電性パターンの一端に直流電位を印加し、前記導電性パターンの他端部に検出電極を対向させ、前記検出電極と前記導電性パターンとの間に形成されるキャパシタンスの変化を電氣的に検出することによって前記導電性パターンの検査を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】導電性パターン的一端に直流電位を印加し、前記導電性パターンの他端部に検出電極を対向させ、前記検出電極と前記導電性パターンとの間に形成されるキャパシタンスの変化を電氣的に検出することによって前記導電性パターンの検査を行うことを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項2】前記検出電極を所定周期で振動させると共に、前記検出電極からの交流出力を直流電圧に変換するようにになっている請求項1に記載の欠陥検査方法。

【請求項3】前記検出電極の先端部にエアを供給して、前記検出電極が前記導電性パターンに接触しないようになっている請求項2に記載の欠陥検査方法。

【請求項4】検査対象物の表面に対して一定距離に保持された検出電極と、前記検出電極を前記検査対象物の表面に対して垂直な方向に振動させる励振器と、前記検査対象物の表面に作成された導電性パターンに電位を印加する電位印加手段と、前記検出電極から得られる振動周期に同期した交流電流を計測する電流計測手段と、前記電流計測手段で検出された交流信号の大きさから前記導電性パターンの良否を判定する判定装置とを具備したことを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項5】前記検出電極が複数個である請求項4に記載の欠陥検査装置。

【請求項6】前記検出電極を直線状に走査する走査手段を設け、平行する複数の導電性パターンの良否を判定するようにになっている請求項4に記載の欠陥検査装置。

【請求項7】前記検出電極を前記検査対象物の表面に対して平行に走査する走査手段を設け、前記検査対象物の導電性パターンの平面的形状の良否を判定するようになっている請求項4に記載の欠陥検査装置。

【請求項8】前記導電性パターンの隣り合うパターン間に正負直流電位を与え、前記隣り合う導電性パターンのショートの有無を検出する機能を備えている請求項4乃至7に記載の欠陥検査装置。

【請求項9】前記電流計測手段で検出された交流信号を前記励振器の励振信号に同期してサンプリングすることにより直流電圧を得るようになっている請求項4に記載の欠陥検査装置。

【請求項10】前記検出電極の周りに同心状にガード電極が配置されている請求項4に記載の欠陥検査装置。

【請求項11】前記ガード電極の外方より内方に向かってエア通路が設けられており、前記エア通路、前記ガード電極と前記検出電極の間、前記検出電極と前記検査対象物の表面の間をエアが流れるようになっている請求項10に記載の欠陥検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、銅、クロム、ITO(Indium Tin Oxide)などの導電性パターンの欠陥の有

無を検査する欠陥検査方法及び装置に係り、特に半導体ウェーハや液晶ディスプレイ、プリント基板などの導電性パターンの断線等の欠陥を非接触式に検査する欠陥検査に好適な欠陥検査方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体ウェーハや液晶ディスプレイ、プリント基板などのガラス表面に形成されるクロムやITOなどの導電性パターンは非常に微細であり、その形成工程には最新のマイクロエレクトロニクス技術が適用されている。基板上の導電性パターンが切断されたりした場合には、製品の品質が劣化して販売が不可能となってしまう。また、導電性パターンが微細なため、小さな振動や加圧による屈曲等で容易に断線してしまう可能性も大きい。このため、製品の組立て工程においては、必ず導電性パターンの欠陥を検査する必要がある。

【0003】液晶ディスプレイなどの製造工程において、従来は基板上に形成された導電性パターンの両端に金属端子を接触させ、電気抵抗を測定することによって導通の状態を測定し、導電性パターンの良否、つまり欠陥を検査する装置が知られている。また、非接触にて導電性パターンの検査を行う装置としては、検査対象物の表面の反射光や透過光をCCDカメラによって撮像し、デジタル信号として処理することによってパターンの形状を観測する外観検査装置が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】金属端子を導電性パターンの両端に接触させる従来装置においては、検査対象物上の端子が接触した部分において清浄度が損われたり、あるいは接触によって微細な導電性パターンを損傷する危険があり、液晶表示部分の中間部などにおいては検査を実施することができなかった。また、金属端子表面の経年変化により電気抵抗が変化するので、検査結果の確実性に欠けるという問題があった。

【0005】また、光学的にパターンを検査する従来の外観検査装置では、上記のような不具合はないが、ITOなどの透明な金属膜パターンでは十分な画像コントラストが得られず、検査の確実性に欠けるという問題があった。また、あくまでも光学式な検査装置であるため、光学系の解像度を超える微細な金属残りなどによってパターン間のショートを引き起こすような欠陥は捕えることができず、一方では、オープンやショートに至らない程度の欠陥であっても、電氣的に不具合がないにも拘らず欠陥と誤認識してしまうことも多く、信頼性の高い検査結果を得ることができないという問題があった。

【0006】本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、検査を実施する導電性パターン的一端に予め用意された1点だけに直流又は交流の電位を与え、検査対象部位においては非接触にてパターン表面の電位を測定することによって、検査対象パターンに全く損傷を与えずに電氣的な欠陥を検出できるよう

にした信頼性の高い欠陥検査方法及び装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、半導体ウェーハや液晶ディスプレイ、プリント基板などの導電性パターンの欠陥検査方法に関するもので、本発明の上記目的は、導電性パターンの一端に直流電位を印加し、前記導電性パターンの他端部に検出電極を対向させ、前記検出電極と前記導電性パターンとの間に形成されるキャパシタンスの変化を検出することによって前記導電性パターンの検査を行うことによって達成される。

【0008】また、本発明は欠陥検査装置に関するもので、本発明の上記目的は、検査対象物の表面に対して一定距離に保持された検出電極と、前記検出電極を前記検査対象物の表面に対して垂直な方向に振動させる励振器と、前記検査対象物の表面に作成された導電性パターンに電位を印加する電位印加手段と、前記検出電極から得られる振動周期に同期した交流電流を計測する電流計測手段と、前記電流計測手段で検出された交流信号の大きさから前記導電性パターンの良否を判定する判定装置とを設けることにより達成される。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明では、検査対象となる導電性パターンに直流電圧を与え、検査対象平面から一定距離に保持され、直流的に零電位に置かれた検出電極を励振器により微小振動させることによって検出電極に生ずる微小な電流を増幅し、導体パターン表面と検出電極との間に存在するキャパシタンスの変化を測定することによって導体パターン表面の直流的電位を測定し、欠陥検査を行う。即ち、導電性パターンの一端に直流電位を印加し、前記導電性パターンの他端部に検出電極を対向させ、前記検出電極と前記導電性パターンとの間に形成されるキャパシタンスの変化を検出することによって前記導電性パターンの検査を行う。また、検査対象物の表面に対して一定距離に保持された検出電極と、検出電極を検査対象物の表面に対して垂直な方向に振動させる励振器と、検査対象物の表面に形成された導電性パターンに電位を印加する電位印加手段と、検出電極から得られる振動周期に同期した交流電流を計測する電流計測手段と、電流計測手段で検出された交流信号の大きさから検査対象物の導電性パターンの良否を判定する判定装置とを設けているので、微細な導電性パターンに対して非接触で確実な欠陥検査を実行することができる。

【0010】本発明によれば、例えば液晶製造工程におけるITO膜などの光学的に検出することが困難であるパターンに対しても、非接触に良好な欠陥検査を行うことができる。更に、検査対象物の表面においては、導体に接触する部分は導電性パターンに電位を印加する1点のみであり、検査対象となる部位においては非接触であるので、検査対象物に対して損傷を与えることがない利

点がある。

【0011】以下に本発明の実施例を、図面を参照して説明する。

【0012】本発明の全体構成は図1に示すようになっており、プリント基板等の基板2A上に形成されている導電性パターン2Bに関して、断線等の欠陥の有無を検査するようになっている。導電性パターン2Bの一端Aにおいて直流電位を印加する電源（バッテリー）1が電位印加手段として設置されており、このとき正常な導電性パターン2Bであれば他端のB点においても同一の電位が得られる。しかしながら、導電性パターン2Bが途中で断線しているような場合には、B点の電位はほぼ接地電位に等しくなる。そして、導電性パターン2Bの他端部に近接するように、振動アクチュエータ3Aに装着された検出電極3Bで成る検出ヘッド3が配置され、この検出ヘッド3はパターン平面に垂直な方向に振動されるようになっている。つまり、振動アクチュエータ3Aは励振器7によって、周期 $\tau$ なる交流信号Cで励振される。

【0013】また、検出電極3Bの出力（電位）は増幅器4に接続され、直流的には零電位に保たれており、増幅器4は検出電極3Bから出力される微小電流を増幅して交流信号Eを得ようになっている。より良い信号対ノイズ（S/N）比を得るためには、増幅器4は直流及び低周波信号を濾波し、振動周期 $\tau$ の成分のみを増幅できるように設計されていることが望ましい。

【0014】検出電極3B及び振動アクチュエータ3Aで成る検出ヘッド3は図2に示すような構造となっており、円筒状の振動アクチュエータ3Aは取り付けベース3Dに装着され、円盤状の検出電極3Bの周りにはガード電極3Cが同心状に配置されている。そして、検出電極3Bは、導電性パターン2Bの上部に微小な間隔（十〜数百ミクロン）を保持するように位置制御されている。位置制御の方法としては、一定の空気圧による電極部の浮上方式であるとか、光学式又は磁気式による位置検出と組み合わせたフィードバックサーボ方式などを適用することができる。

【0015】増幅器4の後部には同期検波器5が接続されており、この同期検波器5には励振器7から振動周期 $\tau$ に同期したサンプリング信号Dが入力されており、同期検波器5はサンプリング信号Dによって増幅器4の出力信号Eをサンプリングし、サンプリングホールドされた直流電圧Fを出力する。同期検波器5の出力である直流電圧Fは判定器6に入力され、その直流電圧のレベルによって導電性パターン2Bの欠陥の有無を判定し、その結果を「H」、「L」の2値信号Gで出力する。例えば正常のとき2値信号Gは「H」であり、断線がある場合の2値信号Gは「L」となっている。

【0016】このような構成において、その動作を図3及び図4を参照して説明する。図3は導電性パターン2

Bが正常の場合を示し、図4は導電性パターン2 Bが中途で断線している場合を示している。

【0017】導電性パターン2 BのA点には、電源1より正の直流電位が印加されており（図3（A）、図4（A））、振動アクチュエータ3 Aは励振器7からの励振信号Cによって、周期 $\tau$ で垂直方向に振動されている（図3（C）、図4（C））。A点に直流電位が印加されると、導電性パターン2 Bが正常に形成されているときにはB点の電位も同一になり（図3（B））、導電性パターン2 Bに断線があるときには電位はなく、接地電位に近くなる（図4（B））。

【0018】振動アクチュエータ3 Aで振動されている検出電極3 Bにおいては、検出電極3 Bと導電性パターン2 Bとの間の静電容量（キャパシタンス）の変化に応じた周期 $\tau$ の交流信号が得られ、この交流信号は増幅器4を介して増幅出力される。増幅器4の出力信号Eの振幅は、検出電極3 Bに対向する導電性パターン2 Bの表面の電位に比例し（図3（D）、図4（D））、もし導電性パターン2 Bが負の電位を持っている場合には、180度位相の異なる信号波形が得られる。

【0019】増幅器4の出力信号Eは同期検波器5でサンプリング信号Dに応じてサンプリングされ（図3（E）、図4（E））、サンプリングホールドされた直流電圧F（図3（F）、図4（F））が判定器6に入力され、判定器6では直流電圧Fのレベルから判定結果Gを出力する。判定結果Gによって導電性パターン2 Bの\*

$$\Delta C_e = \varepsilon \cdot S_e / (d - \Delta d) - \varepsilon \cdot S_e / (d + \Delta d) \quad \dots (2)$$

ここで、検出電極3 Bと導電性パターン2 Bとの間の電位差Vを一定に保つ時、静電容量 $C_e$ の変化に伴って $\Delta Q$ なる量の電荷が検出電極3 Bへ移動するが、その電荷量 $\Delta Q$ は次の（3）式で表わされる。

$$\Delta Q = \Delta C_e \cdot V \quad \dots (3)$$

この流出入する電荷量 $\Delta Q$ により、検出電極3 Bと外部の増幅器4の入力端子に電流が誘起され、増幅器4の出力には電極振動周期に等しく電位差に比例した交流信号Eが得られる。

【0024】例として図5に示すように、直径200  $\mu$ mの検出電極3 Bを10ボルトの電位差を持ったパターン表面から10  $\mu$ mの位置に保持し、その位置を中心として $\pm 5 \mu$ mの振幅にて上下に振動させた場合の計算結果を示す。ここで、検出電極3 Bが最も導電性パターン\*

$$I_p = 2\pi / f \cdot \Delta Q = 0.238 \times 10^{-12} \text{ [C]} \quad \dots (5)$$

図6に検出電極3 Bの把持構造の一例を示す。図6

（A）はジナルばね3 Fを平面から俯瞰した形状を示し、図6（B）は検出電極3 Bの側面構造を示している。この図から明らかなように、滑らかに仕上げられた検出電極3 Bの表面が検査対象表面に扱い易いように、取り付けベース3 Dがジナルばね3 Fで把持されている。即ち、高さ方向には比較的にリジッドに保持され、平面になれる方向にはフレキシブルに動くようになってい

\* 良否を判定することができる。図3の例は導電性パターン2 Bが正常であるため、B点の電位が印加電位と同一であり、検出電極3 Bの出力信号Eも図3（D）に示すように大きなレベルであり、そのため同期検波器5からの直流電圧Fのレベルも図3（F）に示すように大きくなる。これに対し、図4の例は導電性パターン2 Bが断線しているため、B点の電位がほぼ接地電位となっており、検出電極3 Bの出力信号Eが図4（D）に示すように小さなレベルであり、そのため同期検波器5からの直流電圧Fのレベルも図4（F）に示すように小さくなる。

【0020】次に、検出電極3 Bによって非接触で、検出電極3 Bに対向する導電性パターン2 Bの直流電位を検出できる原理を説明する。検出電極3 Bの面積を $S_e$ とし、検出電極3 Bと導電性パターン2 Bとの間の距離を $d$ とすると、導電性パターン2 Bと検出電極3 Bとの間の静電容量（キャパシタンス） $C_e$ は次の（1）式になる。

$$C_e = \varepsilon \cdot S_e / d \quad \dots (1)$$

ここで、 $\varepsilon$ は大気誘電率であるが、真空誘電率 $\varepsilon_0$ にはほぼ等しい。従って、検出電極3 Bを振動させることにより間隔 $d$ が変化するとき、その振幅半値幅 $\Delta d$ によって、静電容量 $C_e$ の変化分 $\Delta C_e$ は次のように計算することができる。

【0022】

※ 2 Bに近接した時は図5（A）に示すように距離5  $\mu$ mとなり、導電性パターン2 Bと検出電極3 Bとの間の静電容量は0.056 pFである。また、検出電極3 Bが最も遠ざかったときは図5（B）に示すように距離15  $\mu$ mとなり、このときの静電容量は0.018 pFである。ここで、導電性パターン2 Bの表面と検出電極3 Bとの間の電位差は10ボルトであるから、振動による電極上の電荷Qの差 $\Delta Q$ は次のようになる。

【0025】

$$\Delta Q = 0.38 \times 10^{-12} \text{ [C]} \quad \dots (4)$$

励振器7による振動数 $f$ を10 KHzとすると、検出される電流のピーク値 $I_p$ は次の通りである。

【0026】

る。

【0027】また、検出電極3 Bを検査対象表面から一定距離に保持する機構の一例を図7に示す。検出電極3 Bは保持部品（不導体）3 Dに装着されており、外周縁に配設されたガード電極3 Cの更に外周部には空気圧浮上用平面（不導体）3 Eが配設されており、この空気圧浮上用平面3 Eに接続されたエアチューブ3 Gから導入された圧縮空気は、ガード電極3 Cを通り、保持部品3

D、検出電極3Bとガード電極3Cとの間を通り、更にガード電極3C、空気圧浮上用平面3Eと基板2Aとの間の間隙を流れ、その流量に応じた浮上量dが得られる。

【0028】図8は、液晶ディスプレイを構成するガラス基板8A上のパターン断線を検出する場合の構成例を示しており、ガラス基板8A上に形成されたパターンは中央部の画素部パターン8Bと、端部の電源接続パッド8Cと、端部のショータン部パターン8Dと、他端部のパッド部パターン8Eとで構成され、これらパ

ターン8B～8Eは全て電氣的に導電接続されている。電源接続パッド8C、ショータン部パターン8D及び画素部パターン8Bのパターン詳細は図9(A)に示すようになっており、パッド部パターン8Eと画素部パターン8Bの詳細は図9(B)に示すようになって

いる。

【0029】一端部のパッド部パターン8E上を直線状に走査するように配置された検出ヘッド3によって、画素部パターン8Bに対する非接触式の欠陥検査を行う。電源接続パッド8Cは直流電源1を接続できるように配

置され、これにより図示した全てのパターンは接地電位に対して直流の電位を与えられている。ショータン部パターン8Dは全ての平行する画素部パターン8Bを電氣的に接続する目的で形成されており、後の工程においてガラス基板8Aの不要部分と共に切り捨てられ

10

20

30

40

50

図9Cには図10に示す例と同様に正の直流電位を与えるが、他方の電源接続パッド9Dには負の電位を与える。画素部パターン8Bがショートした場合の過大な電流を避けるため、各々の電源接続経路には直列に適当な抵抗を挿入する。この構成をとった場合の検出信号波形E、Fを図12に示す。並列に並べられたパッド部には交互に正と負の電位が与えられているので、信号Eを同期検波した波形Fはそれぞれ正負の方向に得られる。ここで、断線箇所がある場合は前記例と同じように検出信号が小さくなるので、容易に断線を判定することができる。また、ショートがあった場合には全ての検出波形が小さくなるので、基板全体の不良として判定することができる。図12(A)～(C)は正常なパターンの検出信号例を示し、図12(D)～(F)は断線がある場合のパターンの検出信号例を示し、図12(G)～(I)はショートがある場合のパターンの検出信号例を示して

いる。

【0032】検出ヘッド3をXステージ11及びYステージ10に搭載した例を図13に示す。この構成においては、ガラス基板上に形成される液晶表示パターンの形状が変更された場合であっても金物部品の交換を行うことなく、XY方向へのステージ動作や検出判定ロジックのプログラム変更のみによって段取り換えを行うことができるので、従来技術に比較して製造品種切り替えに要する無駄な時間を大幅に削減することができる。また、この構成においては、図14のようにパターン断線が検出された部位から開始し、このパターン上を電源接続端子に向かって走査することによって断線した場所を高精度に特定する用途にも使用することができる。

【0033】上述の例では検出電極3Bを1個としているが、検査対象のパターンによっては複数の検出電極を並置し、同時に複数点の電位を計測できるようにして検査速度を向上させることもできる。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では液晶製造工程におけるITO膜など光学的に検出することが困難であるパターンに対しても良好な検査ができる。また、検査対象物表面においては、導体に接触する部分はパターンに電位を与える1点のみであり、検査対象となる点においては非接触であるので検査対象物に対して損傷を与えることがない。更に、接触する点が1点であるので、金や白金などの高価な金属端子を大量に必要とせず、検出点の信号検出安定度が経時変化によらず安定であり、安価で信頼性の高い欠陥検査装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す概念構成図である。

【図2】検出電極の一例を示す外観図である。

【図3】正常パターンについての動作例を示す波形図である。

【図4】欠陥パターンについての動作例を示す波形図である。

【図5】本発明の検出原理を説明するための図である。

【図6】検出電極の把持構造の例を示す平面図及び側面図である。

【図7】圧縮空気による電極間寸法保持の機構例を示す構造図である。

【図8】ガラス基板に対する検出電極の走査例を説明するための図である。

【図9】走査する場合のパターン構造例を示す図である。

【図10】本発明による欠陥検査の判定例を示す波形図である。

【図11】短絡の検出できるパターン形状の例を示す図である。

【図12】短絡の検出できるパターンにおける検出の例を示す波形図である。

【図13】検出ヘッドをXYステージに搭載した例を示す斜視図である。

【図14】パターン上を走査して断線箇所を発見する例を説明するための図である。

【符号の説明】

1 電源

2 A 基板

\* 2 B 導電性パターン

3 検出ヘッド

3 A 振動アクチュエータ

3 B 検出電極

3 C ガード電極

3 D 検出ヘッド取り付けベース

3 E 空気圧浮上用平面

3 F ジンバルばね

3 G エアチューブ

10 4 増幅器

5 同期検波器

6 判定器

7 励振器

8 A ガラス基板

8 B 画素部パターン

8 C 電源接続パッド

8 D ショーティングバー部パターン

8 E パッド部パターン

8 F 断線部分

20 9 C 正電圧電源接続パッド

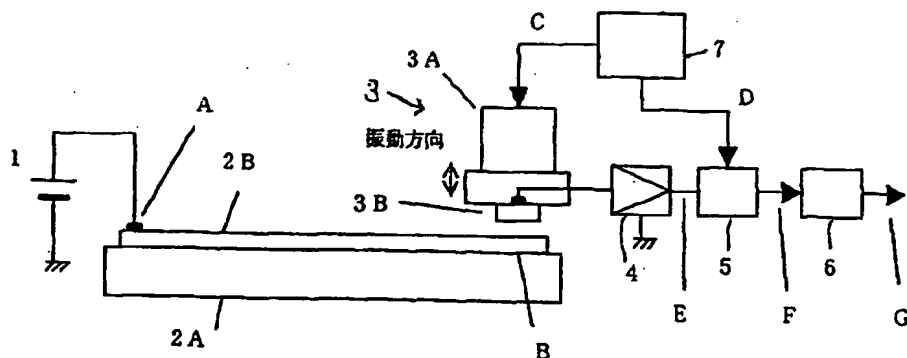
9 D 負電圧電源接続パッド

9 F 短絡部分

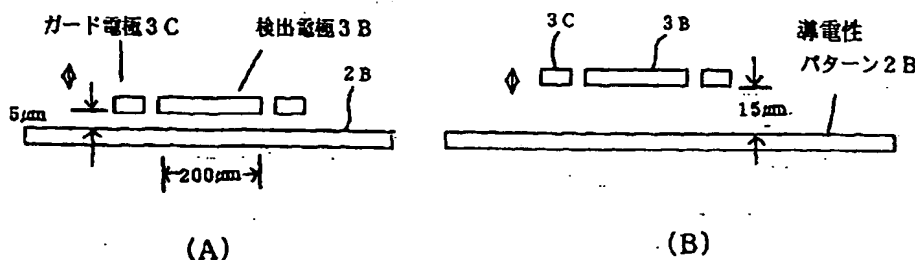
10 Yステージ

\* 11 Xステージ

【図1】

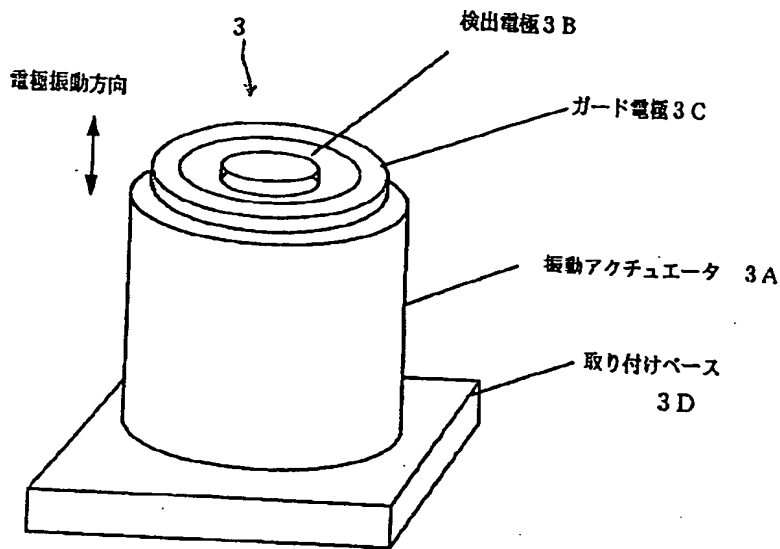


【図5】





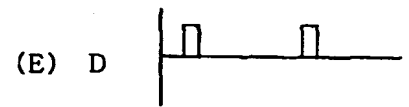
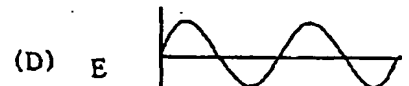
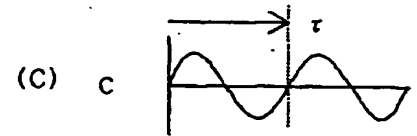
【図2】



【図3】

(A) A DC電位あり

(B) B DC電位あり

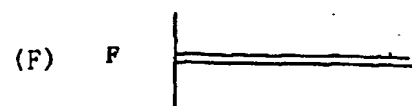
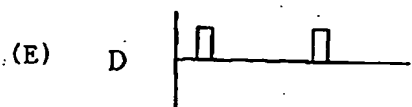
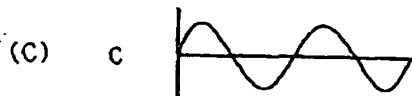


(G) G 判定結果 良

【図4】

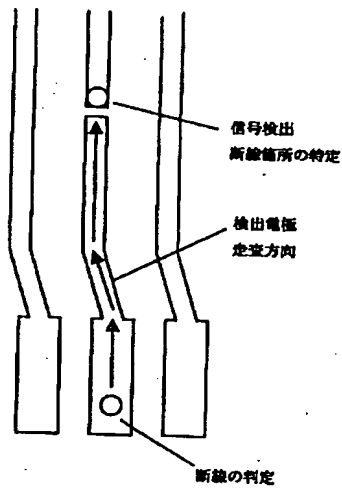
(A) A DC電位あり

(B) B DC電位なし

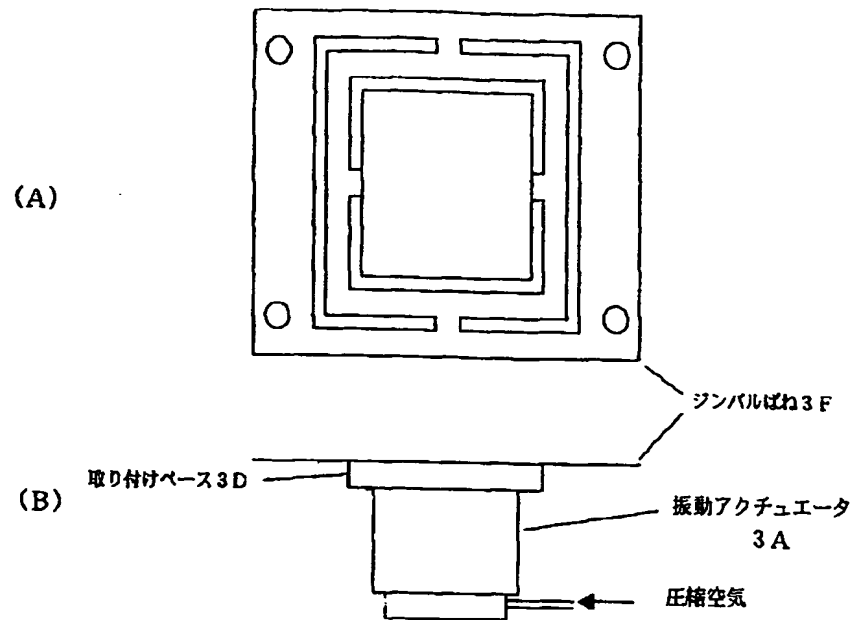


(G) G 判定結果 不良

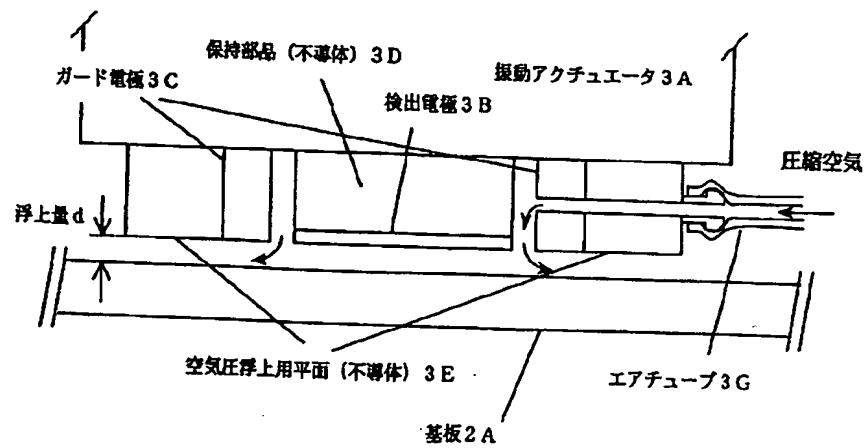
【図14】



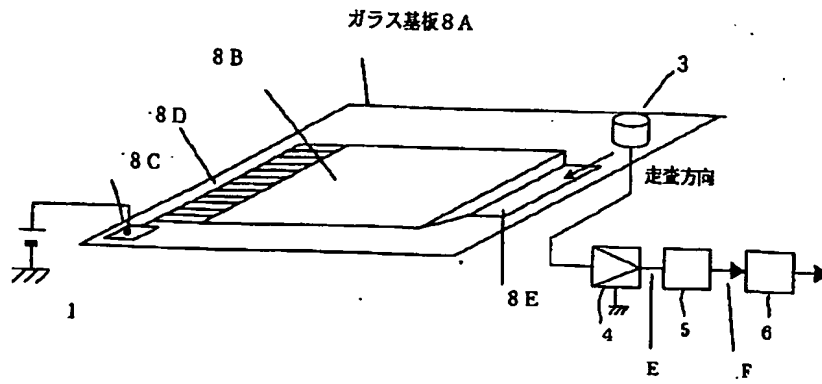
【図6】



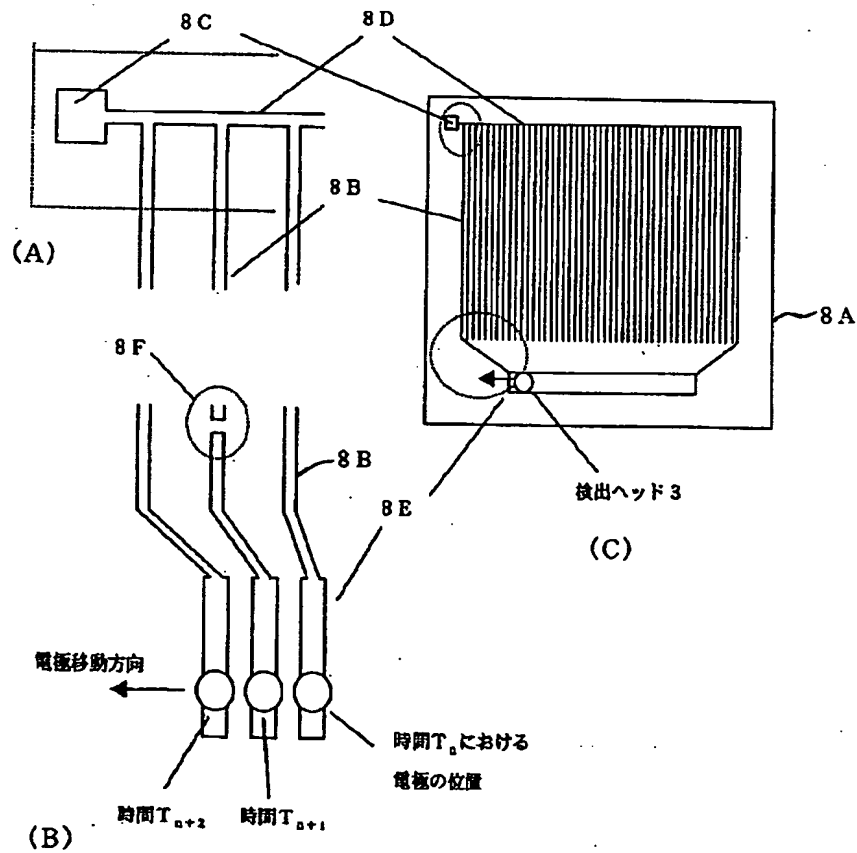
【図7】



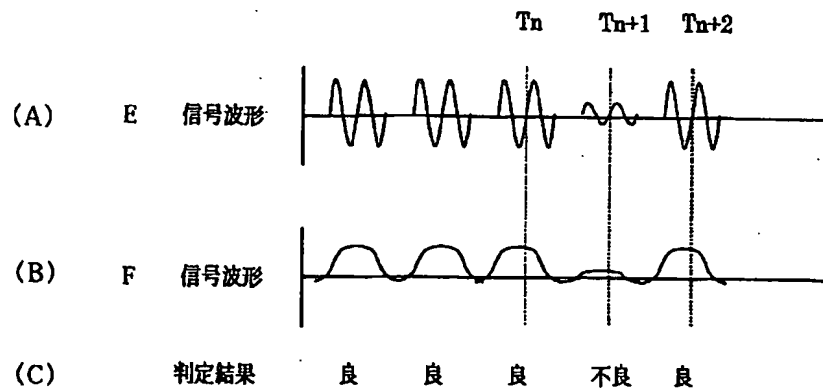
【図8】



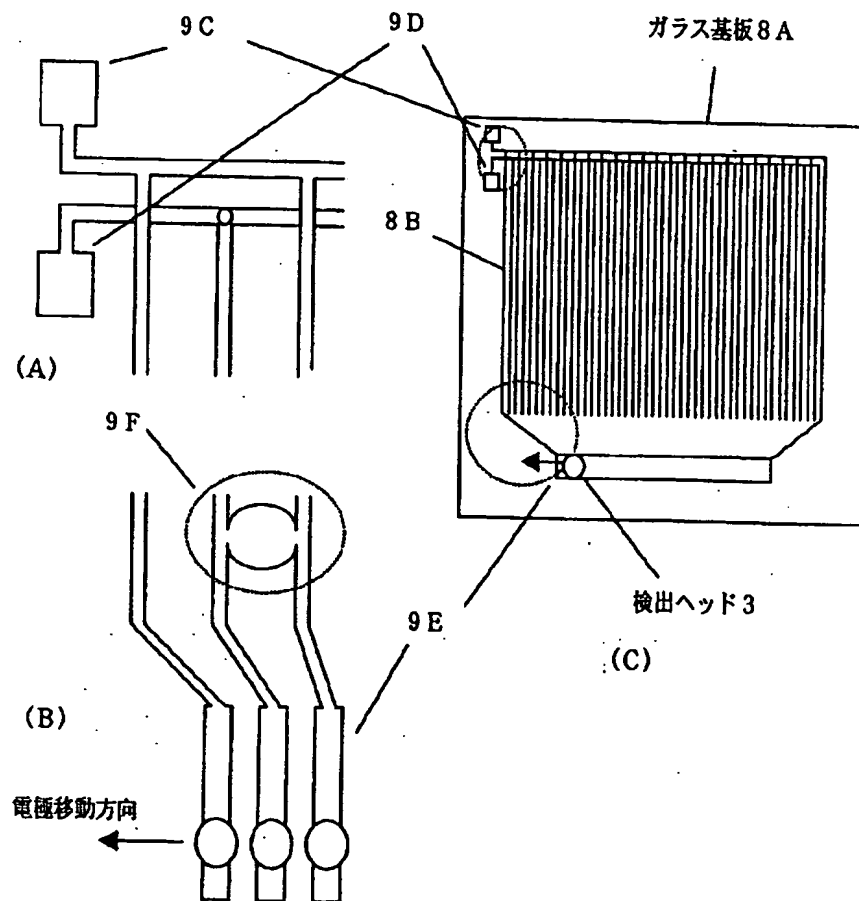
【図9】



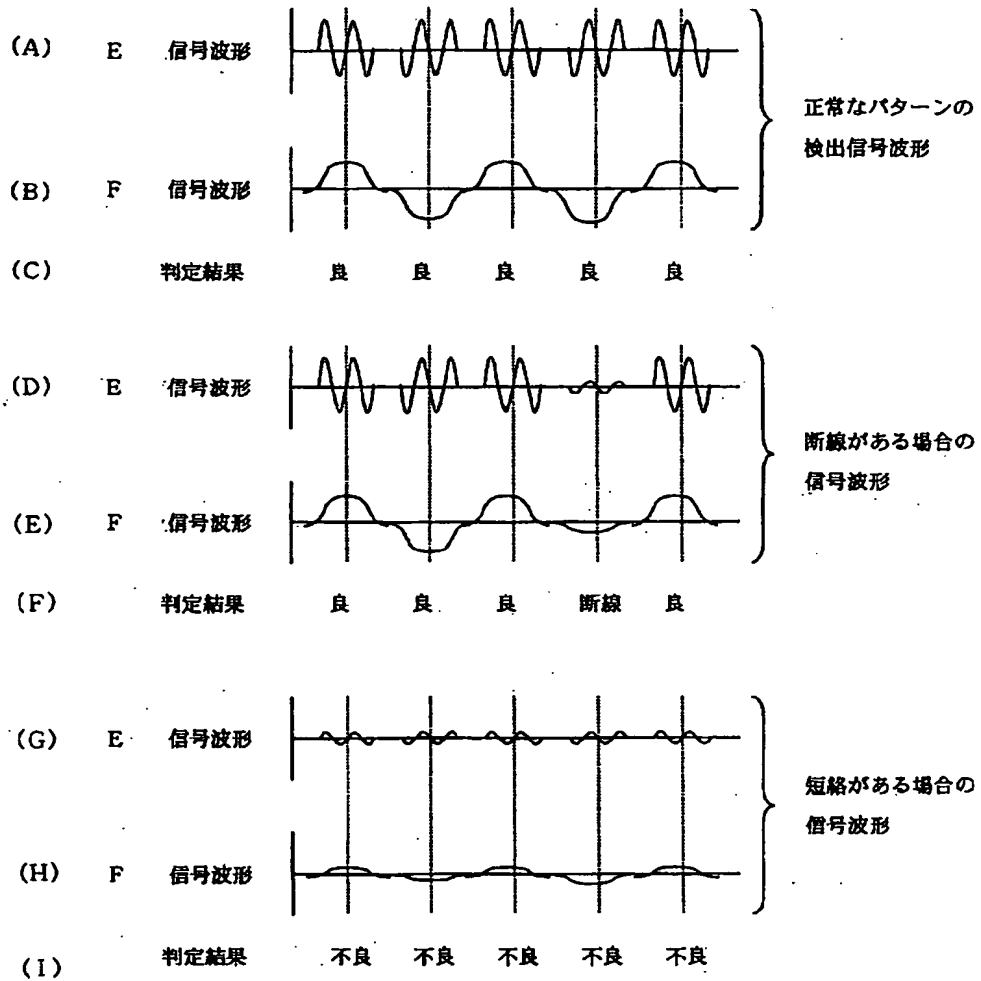
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

